

LA DIVERSIDAD Y EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS, ELEMENTOS CLAVE PARA LA INTENSIFICACIÓN AGROECOLÓGICA

F.R. Funes-Monzote¹, P. Titttonell² y S. López-Ridaura³

¹Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba mgahonam@enet.cu

²Centro de Cooperación en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD-Persyst), Francia
ptittonell@gmail.com

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INRA), Francia ridaura@supagro.inra.fr

Introducción

El diseño de agroecosistemas sustentables propone un desafío constante para la investigación agroganadera y el desarrollo rural / territorial. El modelo agrícola hegemónico, basado en la simplificación de los sistemas de producción a fin de incrementar su respuesta en productividad al uso de insumos externos, ha mostrado fallas frecuentes en diversas partes del mundo. Los sistemas donde este modelo ha resultado exitoso, son aquellos donde la producción ha sido subsidiada de alguna u otra manera, ya sea por transferencia directa de recursos a partir de otros sectores de la sociedad, o a través de la sobreexplotación de recursos relativamente abundantes. Los subsidios a los agroecosistemas simplificados varían desde ayudas financieras directas para la compra de insumos, influjos de capital y/o mecanismos legislativos para garantizar elevados precios mínimos para los productos agropecuarios, hasta situaciones en las que el escaso valor de los factores de la producción permiten producir a bajos costos; éste es el caso del 'minado' de los suelos agrícolas, cuando el factor abundante es la tierra, o del *dumping* social, cuando el factor que abunda es mano de obra mal remunerada. Son éstos subsidios los que permiten absorber el costo ecológico de haber sobre-simplificado la diversidad de los agroecosistemas, especialmente durante la segunda mitad del siglo XX. Parte del éxito de tales modelos reside justamente en no haber internalizado los costos asociados a sus externalidades, como la contaminación ambiental, la degradación de los recursos naturales o la pobreza rural.

La agricultura familiar, por el contrario, no se ha visto beneficiada por este modelo. Los intentos frecuentes de mejorar la productividad y la eficiencia de la agricultura campesina, sobre la base de los principios de producción de los sistemas subsidiados, suelen fallar debido a limitaciones de escala. El activo de las explotaciones familiares es demasiado pequeño como para absorber los costos y riesgos de inversión asociados a la agricultura industrial. Debido en parte a esto, y a sus valores culturales intrínsecos, la agricultura familiar se ha mantenido diversa. Tal diversidad, en su acepción más amplia, comprende tanto a la diversidad de modos y medios de vida rurales, a sus estrategias de subsistencia o expansión, a la diversidad en el uso de la tierra y otros recursos naturales, a la integración de actividades de producción (e.g., agro-silvo-pastoriles), a estrategias de mercadeo diversificado, a la asociación de cultivos y/o cultivares en espacio y tiempo, ya al mantenimiento de agro-biodiversidad en la explotación agropecuaria. La eficiencia en el uso de los recursos naturales, económicos y sociales en la agricultura familiar – que van mucho más allá de la eficiencia parcial en el uso de un cierto insumo agrícola – depende en gran medida de una o más de estas formas de diversidad. De allí que, mientras los sistemas subsidiados son – por definición – simplificados e ineficientes, los agroecosistemas de la agricultura familiar aun ofrecen mucho por aprender, en particular sobre el rol que la diversidad juega en el mantenimiento de su productividad, su confiabilidad y su eficiencia global en el uso de los recursos naturales.

Alrededor del mundo, encontramos agroecosistemas diversificados familiares que han resistido a la tendencia simplificadora. Sin embargo, esta diversificación no está necesariamente circunscrita a la agricultura de escala familiar y existen casos en los que agricultura comercial de gran escala a mantenido o recuperado esta agrobiodiversidad para mejorar la eficiencia del agroecosistema. Uno de los ejemplos más conspicuos de diversificación del agroecosistema es el caso de la agricultura cubana, que en la última década ha experimentado una transformación en sentido opuesto a las tendencias mundiales: El colapso del sistema de subsidios luego de 1990, unido a una aguda crisis

energética, crearon las condiciones para la emergencia de nuevos sistemas de producción basados en la agro-diversidad. En los párrafos y secciones que siguen, comenzaremos por examinar ejemplos de la agricultura familiar tradicional que sirven a ilustrar el rol de diferentes formas de diversidad asociadas con su funcionamiento. Luego, analizaremos los elementos claves del modelo emergente de agricultura diversificada en Cuba, en la búsqueda de lecciones y experiencias que contribuyan al diseño de sistemas de producción eco-eficientes en diversas partes del mundo.

El papel de la diversidad en el agroecosistema de la agricultura familiar

En México, a pesar de que las políticas públicas y programas de desarrollo rural de las últimas décadas han promovido la simplificación de los sistemas agrícolas, los agro-sistemas diversificados son muy comunes y contribuyen de manera importante al bienestar de la población rural y a la economía y autosuficiencia alimentaria de la población rural y urbana. La evaluación de sistemas campesinos a partir del marco de evaluación de sustentabilidad MESMIS ha mostrado, a través de su aplicación a estudios de caso, la importancia de la agro diversidad en una multiplicidad de sistemas tales como la producción orgánica de café, sistemas agro-silvo-pastoriles en el norte, sur y centro del país, sistemas de manejo forestal comunitarios y sistemas de producción de granos (Masera y Lopez-Ridaura, 2000).

Por ejemplo, en la zona montañosa de la región Purhepecha, en el estado de Michoacán, campesinos han vivido del manejo de recursos naturales por miles de años y desarrollado sistemas agro-silvo-pastorales diversos y eficientes. (Astier et al., 2000). Cada familia mantiene un diverso subsistema animal que incluye ganado multi-propósito para la preparación de los campos de cultivo y la producción de carne y leche para el Mercado y el autoconsumo, gallinas para la producción de huevos y carne y caballos para el transporte y trabajo ligeros de suelo. El ganado es por tres meses alimentado con los residuos de cosechas en campo y el resto del año lo pasa en el sub-sistema forestal alimentándose de pastos. El estiércol del ganado representa una fuente importante de nutrientes y la materia orgánica necesaria para mantener la fertilidad del suelo.

El sub-sistema agrícola se compone normalmente de dos parcelas de 3-4 has, cultivadas de forma alternada cada año (el sistema es conocido como "año y vez"). En el campo en descanso el ganado pastorea libremente por tres meses aprovechando los residuos de cosecha y de plantas adventicias. En la parcela bajo cultivo, el sistema milpa es normalmente practicado donde diferentes variedades locales de maíz son sembradas junto con frijoles y calabaza aprovechando de manera optima la luz, el agua y los nutrientes.

Al ser evaluados, los sistemas tradicionales de la región Purhepecha mostraron ser más sustentables que los sistemas más simplificados en la región (agrícolas, ganaderos o forestales). Los sistemas agro-silvo-pastoriles tradicionales requieren de pocos insumos externos y, aunque sus niveles de producción de bienes específicos (maíz, leche, carne y madera) son menores que los sistemas especializados, los recursos tales como la tierra, la mano de obra e insumos son utilizados de manera más eficiente. Los nutrientes son reciclados de manera más eficiente en los sistemas agro-silvo-pastoriles tradicionales debido a la captura y asimilación complementaria por los diferentes componentes del sistema. Estos sistemas, además, conservan mejor la integridad de los recursos base (p.e. fertilidad de suelos y bosques) aumentando la estabilidad del manejo de recursos naturales en el largo plazo. Así mismo, este tipo de sistemas agrodiversificados, proveen a la familia campesina con una gran variedad de productos para el autoconsumo y el mercado contribuyendo a su autosuficiencia alimentaria con una dieta equilibrada y variada y a la producción confiable y resiliente de ingresos.

En las zonas altas de Kenia, la mayor parte de la tierra cultivable es dedicada a producir maíz, ya que, al igual que en México, éste constituye el principal cultivo alimenticio de subsistencia. Estos agroecosistemas tienen su origen en la inmigración y el asentamiento humano continuo en la región durante los últimos 300-400 años, atraídos por su elevado potencial agroecológico (suelos fértiles, profundos, lluvias abundantes). El crecimiento poblacional y la subdivisión de la tierra de acuerdo al sistema hereditario local han llevado, luego de varias generaciones, a una situación de extrema escasez de tierras, donde numerosas familias deben subsistir en explotaciones con una superficie menor a media hectárea. Debido al uso continuo de la tierra, a la carencia de insumos para la

restitución de la fertilidad del suelo, a la ausencia de tierras de pastoreo comunitarias que permitan transferir nutrientes a la explotación por la vía del estiércol animal, los suelos se han visto empobrecidos y la productividad actual del maíz es muy baja, en el orden de una tonelada de grano por hectárea (Tittonell et al, 2005). La productividad de los demás cultivos que complementan la dieta es también baja. Un estudio reciente en la región (Figueroa-Gómez et al., 2008), en dos áreas tribales distintas en las regiones altas del oeste keniano, permitió revelar la importancia de las tradicionales 'hortalizas' locales en el balance nutricional y en la diversificación alimentaria de las familias rurales. La Tabla 1 presenta el cálculo del aporte nutricional del maíz y del conjunto de especies de la flora local utilizadas para el consumo humano. Es interesante destacar que, para los agentes de investigación y extensión agrícola locales (e incluso internacionales), estas especies constituyen a menudo malas hierbas o 'malezas' cuyo control y/o erradicación son recomendados.

	Vihiga		Migori	
	Maíz	Hortalizas tradicionales	Maíz	Hortalizas tradicionales
Energía	59.0	4.0	71.0	3.0
Proteína	10.9	44.8	12.5	32.6
Calcio	7.5	48.3	7.4	27.5
Hierro	9.2	29.7	11.2	22.8
Vitamina A	traces	16.5	Traces	11.9

El mantenimiento de biodiversidad en la explotación y en el paisaje agrícola provee diferentes servicios ambientales potencialmente capitalizables. Por ejemplo, en la misma región del oeste keniano el estudio conducido por Henry et al. (2008) permitió documentar los niveles de diversidad espacio-temporal de especies herbáceas y leñosas, tanto naturales como cultivadas, y estableció una asociación claramente positiva entre la biodiversidad del paisaje y los niveles de carbono almacenados en el agroecosistema, tanto en los suelos como en la biomasa aérea. Las especies perennes y leñosas fueron responsables de gran parte de la diversidad existente. Por ejemplo, en una zona determinada, un total de 99 especies perennes fueron relevadas en solo 35 explotaciones familiares, de las cuales 76 se encontraban presentes como árboles individuales, otras 30 en cercos vivos, y las 7 restantes en ambas formaciones. El estudio incluyó además el cálculo de la cantidad total de carbono almacenada en la biomasa arbórea de cada explotación agrícola, y el cálculo estimativo de la cantidad de explotaciones necesarias para alcanzar el equivalente a la cuota mínima de carbono secuestrado por forestación/reforestación elegible de acuerdo al *Clean Development Mechanism* (CDM) de la Convención de Kyoto. Debido al reducido tamaño de las explotaciones locales, aproximadamente 300 familias rurales deberían asociarse durante unos 20 años para alcanzar la superficie de tierra crítica que permitiera cubrir los costos de transacción de un proyecto CDM. Si además de la captura de carbono, el mantenimiento de la biodiversidad fuera un elemento elegible y remunerable dentro de un proyecto CDM (por ejemplo, asignando mayor valor al carbono almacenado en un paisaje diverso), esto podría resultar en un sinergismo positivo, ya que las familias rurales locales podrían acceder a créditos verdes por el mantenimiento de la diversidad arbórea en sus explotaciones.

El modelo agro-diverso emergente en Cuba

La crisis económica que se inició en Cuba en 1990 tuvo un gran impacto sobre la agricultura, pero al mismo tiempo creó las condiciones para la emergencia de un nuevo modelo que se basó fuertemente en los principios de la agricultura orgánica y la agroecología. Se propusieron varios sistemas alternativos para lidiar con las dificultades que enfrentaba la producción agrícola. Sin embargo, todos ellos tenían una característica en común: seguían un esquema de sustitución de insumos según el cual las prácticas industriales de altos insumos fueron reemplazadas por insumos orgánicos. Estos primeros intentos llevaron luego a un enfoque nuevo, basado en sistemas

observados en México y otros lugares: convertir los sistemas agrícolas especializados (monocultivo), a menudo manejados centralmente, en sistemas integrados, diversificados (y a pequeña escala).

Descentralización de las estructuras y la escala de producción

La tendencia hacia sistemas agrícolas diversificados estuvo directamente asociada a los cambios en la tenencia de la tierra en cooperativas y usufructo. La descentralización y la reducción en escala de las grandes empresas estatales fueron necesarias debido a su ineficiencia financiera y biológica. Las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) fueron creadas en 1993 con el propósito de otorgar los derechos de usufructo a los campesinos que laboraban en las empresas estatales. A partir de ese momento, la proporción de tierra arable en manos del Estado cayó de 83 a 23%. El proceso de descentralización ha continuado a través de nuevas decisiones sobre la tenencia de la tierra. El Ministerio de la Agricultura anunció recientemente el desmantelamiento de más de 100 empresas estatales ineficientes, y el apoyo a la creación de 2 600 nuevas fincas urbanas y periurbanas, así como la distribución en usufructo de la mayor parte de la tierra estatal no cultivada. En diciembre de 2008 más de 90 000 personas habían solicitado tierra para cultivar en un rango de 13,4 a 40 hectáreas por familia. Bajo estas nuevas regulaciones, las decisiones sobre el uso de los recursos y las estrategias de producción y comercialización local de alimentos, serán tomadas a nivel de municipio, en tanto el gobierno y las empresas estatales apoyarán a los campesinos suministrándoles los insumos y servicios necesarios.

Resultados de investigación

Una investigación desarrollada durante alrededor de diez años de conversión de un sistema especializado a otro integrado (Funes-Monzote et al., 2008) documentó las vías en que el conocimiento local es válido desde un punto de vista científico (tabla 2). Se demostró que el asunto no es simplemente si se utilizan altos o bajos insumos, o si la producción es especializada o diversificada, sino las características específicas de los sistemas de producción y la manera en que se manejan los insumos y la agrobiodiversidad. Las fincas integradas se destacaron por tener mayor diversidad de la producción y por tanto, mayor variación de la agrobiodiversidad, en tiempo y espacio. En condiciones de bajos insumos y alta incertidumbre en que operan estas fincas, una alta diversidad contribuye grandemente a reducir riesgos y elevar la productividad. Tanto los recursos internos como los externos se emplearon con mayor eficiencia en las fincas integradas que en las especializadas, y las diversificadas fueron más eficientes en el uso de la energía, al reducir el costo energético de la producción de proteínas.

Tabla 2. Comportamiento de indicadores agroecológicos y de productividad en la finca especializada (año cero) y para dos fincas que incluyen 25% y 50% de cultivos en su área (C25 y C50, respectivamente) promedio sobre un período de seis años.

Indicadores	Unidad	Sistema de producción		
		Año cero	C25	C50
Riqueza de especies	Índice de Margalef ^a	1.6[8] ^b	10.4 [52]	9.1[44]
Diversidad de la producción	Índice de Shannon ^a	0.2 [2]	1.7 [23]	2.0 [17]
Índice de reforestación	Índice de Shannon ^a	0 [0]	1.7[204]	1.5 [131]
Rendimiento de leche (área finca)	Mg ha/yr	1.8	2.4	2.0
Rendimiento de leche (área forrajera)	Mg ha/yr	1.8	3.1	4.0
Salidas energéticas	GJ ha/yr	7.2	16.4	27.1
Salidas proteicas	kg ha/yr	91.0	133.5	191.3
Intensidad de la fuerza de trabajo	hr ha/d	1.9	3.9	5.7
Total de insumos energéticos	GJ ha/yr	3.1	2.0	2.8
Costo energético de la proteína producida	MJ/kg	34.1	14.8	14.9
Eficiencia energética	GJ salidas/GJ entradas	2.3	9.6	9.8
Uso de fertilizantes orgánicos	Mg/ha	-	5.3	5.0

^a Para los procedimientos de cálculo de los índices de Shannon y Margalef consulte Gliessman (2001).

^b Entre paréntesis se encuentran los números absolutos de árboles, especies y productos.

La multi-funcionalidad y la bio-diversidad fueron las dos características fundamentales de los sistemas mixtos a pequeña escala (≤ 10 ha). Una mayor proporción dedicada a cultivos arables derivó en valores superiores de los indicadores de agrodiversidad, por ejemplo, riqueza de especies, diversidad de la producción e índice de reforestación. Las fincas con las mayores proporciones de tierra cultivada (45–75%) alcanzaron los valores más altos de productividad en cuanto a leche por unidad de área forrajera (3.6 Mg ha/año), salida energética (21.3 GJ ha/año) y de proteína (141.5 kg ha/año). Las fincas con mayor proporción de tierra cultivada demandaron tres veces más intensidad de fuerza de trabajo, pero lograron menores costos energéticos de producción de proteína, mayor eficiencia energética y un uso más intensivo de los fertilizantes orgánicos. Ello fue el resultado de la inclusión de cultivos en sistemas previamente basados en pastos, que fue una precondition para posteriores incrementos de la salida energética. Al decidir la proporción de área de la finca a ser cultivada, los campesinos consideraron factores como la disponibilidad de tierra, carga animal y balance alimentario, así como las características del suelo, la productividad de los forrajes y la disponibilidad de residuos de cosechas. Las limitaciones del mercado, los contratos de ventas con el Estado, así como otros factores socio-económicos también desempeñaron un papel importante para decidir el nivel de conversión de los sistemas especializados en otros agrodiversos. El manejo de niveles superiores de agrodiversidad también requirió una toma de decisiones más dinámica, lo que condujo al empoderamiento de los campesinos y a una mejor distribución del alimento animal y la fuerza de trabajo durante el año, contribuyendo a elevar la eficiencia en el uso de los recursos.

Lecciones de relevancia global

El uso óptimo de los recursos, tanto para la producción agrícola como para la ganadería, ayuda a alcanzar la autosuficiencia alimentaria y, a la vez, productos comercializables que contribuyen a los ingresos familiares sin degradar el medio ambiente. Luego de unos pocos años, estas fincas altamente diversas, heterogéneas y complejas, ya están demostrando ser sustancialmente más productivas y eficientes que los sistemas de cultivos o ganaderos especializados. Cerca del 65% de los alimentos producidos y comercializados localmente se obtienen en la actualidad por pequeños campesinos que se cultivan en la mitad de la tierra agrícola total en uso en Cuba.

Las distintas formas y escalas de diversidad asociadas a la agricultura familiar, desempeñan un papel importante en preservar los medios de sustento rural. Un rápido examen de los diferentes sistemas agrícolas tradicionales muestra cómo la agrodiversidad siempre es inherente y contribuye decisivamente a su sustentabilidad. Ello garantiza un uso más eficiente de los recursos locales, reduce la dependencia de insumos externos, a la vez que conserva recursos biológicos y reduce riesgos. La agrodiversidad también es importante en la preservación del conocimiento local y en el empoderamiento de los agricultores, ya que los sistemas agrícolas diversos son intensivos en conocimiento y requieren de habilidad para tomar decisiones de manera compleja, dinámica y adaptativa. Estos sistemas deben ser analizados minuciosamente por su potencial para proporcionar servicios de relevancia global, tales como la retención de carbono, la conservación de la biodiversidad, o para preservar nuestra herencia cultural. La agrodiversidad como tal no puede ser objeto de protección y subsidios ya que, además de que estas medidas comúnmente distorsionan los mercados, los niveles óptimos de agrodiversidad son muy variables y dependen de las características biofísicas y socioculturales de cada región/unidad familiar. Sin embargo, programas integrales y regionalizados de desarrollo agrícola deben de proveer los apoyos necesarios para que las familias rurales experimenten con la diversificación de sus agroecosistemas, faciliten la adquisición y transferencia de conocimiento relativo a la diversificación, "premien" la reducción en el uso de insumos externos y fortalezcan los mercados locales e internacionales que valoricen la agrodiversidad.

Los beneficios potenciales de la agrobiodiversidad no solo se limitan a la agricultura tradicional a pequeña escala. Las lecciones aprendidas a partir de la conversión de la agricultura cubana muestran las oportunidades que ofrece la diversidad para el diseño de

sistemas más sostenibles a una escala mucho mayor. La posición única del sector agrícola cubano, tanto a nivel nacional como internacional, proporciona lecciones que son muy relevantes para el resto del mundo. La inestabilidad de los precios del petróleo, el cambio climático, o el constante crecimiento de los precios de los alimentos en los mercados internacionales, combinados con la conciencia nacional acerca de la necesidad de sustituir las importaciones de alimentos por otros producidos en el país, abren un amplio espectro de posibilidades para la disseminación de sistemas alternativos a escala nacional. La diversificación, la descentralización y el movimiento hacia la autosuficiencia alimentaria, son la respuesta de la agricultura cubana al actual contexto local, internacional y global: el mismo contexto que amenaza a la agricultura y la seguridad alimentaria en el mundo.

DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PRODUCTIVO: HERRAMIENTA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE CAMBIOS EN UNA UBPC GANADERA

Tania Sánchez, L. Lamela, Taymer Miranda y Maybe Campos

*Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba
tania.sanchez@indio.atenas.inf.cu*

Durante la última década se le ha prestado atención a la adopción de tecnologías en el sector productivo, sobre la base en la planificación estratégica y a través del empleo de métodos participativos. En la UBPC Aguada, de Cienfuegos, se realizó la planificación estratégica y se elaboraron los subsistemas de la cooperativa como sustento para producir modificaciones en el orden productivo. El objetivo del trabajo fue hacer un diagnóstico técnico-productivo para la elaboración de estrategias que faciliten cambios tecnológicos en dicha UBPC. Se elaboraron tres subsistemas: Talentos humanos, Económico-financiero y Producción agropecuaria, lo cual facilitó el diagnóstico a las 11 unidades que forman la entidad cooperativa; estas se clasificaron, según su fin productivo, en: productoras de leche, crías de animales de remplazo y centro de producción ovina; se evaluó el uso de tenencia de la tierra e indicadores productivos y del pastizal. Con la información obtenida a través de la visita a las áreas y la participación del personal de la UBPC, se elaboró un plan de mejora sobre la base de la diversificación y el uso de los principios agroforestales. El problema estratégico identificado está relacionado con la falta de autonomía y la carente diversificación de las producciones, lo que puede influir en los cambios productivos en la UBPC, a pesar de contar con estabilidad de los directivos y trabajadores y disponibilidad de recursos naturales. Los resultados demostraron: la necesidad de elevar los indicadores productivos y reproductivos (8 kg/vaca en ordeño, natalidad 60%, intervalo interpartal de 400 días, período de lactancia de 240 días); la importancia de tener garantizada la base alimentaria de los animales con la introducción de gramíneas asociadas a los árboles; así como la prioridad que tiene la diversificación e incremento de las producciones. Se determinó la necesidad de producir 60 t de carne vacuna en pie, 9 t de carne de conejo, 30 t carne de cerdo y 8 t carne carnero en pie. Además que se debía lograr la diversificación vegetal a través de la siembra: 13,4 ha de plátano, 7 ha de fruta bomba y guayaba. Se concluye que la realización del diagnóstico técnico-productivo permitió la elaboración de las estrategias generales de trabajo de la UBPC y se elaboró un plan de acción, en el cual se priorizó la siembra de pastos y árboles en los potreros, la de áreas forrajeras y la diversificación de la producción.